



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets

REC'D 10 DEC 2004

WIPO

PCT

EPO 4/12142

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03024560.9

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



27.10.04

Anmeldung Nr:  
Application no.: 03024560.9  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 27.10.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München  
ALLEMAGNE

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Hitzeschildelement, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

F27D/

Am Anmeldetag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

27. Okt. 2003

1

## Beschreibung

Hitzeschildelement, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Hitzeschildelement, insbesondere für die Innenauskleidung einer Brennkammer oder eines Ofens. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer aus Hitzeschildelementen gebildeten Innenauskleidung sowie eine Gasturbine mit einer Brennkammer.

10

Ein thermisch und/oder thermomechanisch hoch belasteter Brennraum, wie beispielsweise ein Brennofen, ein Heißgaskanal oder eine Brennkammer in einer Gasturbine, in dem ein heißes Medium erzeugt und/oder geführt wird, ist zum Schutz vor zu hoher thermischer Beanspruchung mit einer entsprechenden Auskleidung versehen. Die Auskleidung besteht üblicherweise aus hitzeresistentem Material und schützt eine Wandung des Brennraums vor dem direkten Kontakt mit dem heißen Medium und der damit verbundenen starken thermischen Belastung.

20

Die US-Patentschrift 4,840,131 betrifft eine Befestigung von keramischen Auskleidungselementen an einer Wand eines Ofens. Hierbei ist ein Schienensystem, welches an der Wand befestigt ist. Die Auskleidungselemente weisen eine rechteckige Form mit planarer Oberfläche auf und bestehen aus einem Wärme isolierenden, feuerfesten, keramischen Fasermaterial.

25

Die US-Patentschrift 4,835,831 behandelt ebenfalls das Aufbringen einer feuerfesten Auskleidung aus einer Wand eines Ofens, insbesondere einer vertikal angeordneten Wand. Auf die metallische Wand des Ofens wird eine aus Glas-, Keramik-, oder Mineralfasern bestehende Schicht aufgebracht. Diese Schicht wird durch metallische Klammern oder durch Kleber an der Wand befestigt. Auf dieser Schicht wird ein Drahtnetz mit wabenförmigen Maschen aufgebracht. Das Maschennetz dient ebenfalls der Sicherung der Schicht aus Keramikfasern gegen

35

ein Herabfallen. Zusätzlich befestigt wird mittels eines Bolzens eine gleichmäßige geschlossene Oberfläche aus feuerfestem Material aufgebracht. Mit dem beschriebenen Verfahren wird weitgehend vermieden, dass während des Aufsprühens auftretende feuerfeste Partikel zurückgeworfen werden, wie dies bei einem direkten Aufsprühen der feuerfesten Partikel auf die metallische Wand der Fall wäre.

Eine keramische Auskleidung der Wandungen von thermisch hoch beanspruchten Brennräumen, beispielsweise von Gasturbinenbrennkammern, ist in der EP 0 724 116 A2 beschrieben. Die Auskleidung besteht aus Wandelementen aus Hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik, wie z. B. Siliziumcarbid ( $\text{SiC}$ ) oder Siliziumnitrit ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ). Die Wandelemente sind mechanisch mittels eines zentralen Befestigungsbolzens federelastisch an einer metallischen Tragstruktur (Wandung) der Brennkammer befestigt. Zwischen dem Wandelement und der Wandung des Brennraums ist eine dicke thermische Isolationsschicht vorgesehen, so dass das Wandelement von der Wandung der Brennkammer entsprechend beabstandet ist. Die im Verhältnis zum Wandelement etwa drei mal so dicke Isolationsschicht besteht aus keramischem Fasermaterial, das in Blöcken vorgefertigt ist. Die Abmessungen und die äußere Form der Wandelemente sind an der Geometrie des auszukleidenden Raumes anpassbar.

25

Eine andere Art der Auskleidung eines thermisch hoch belasteten Brennraums ist in der EP 0 419 787 B1 angegeben. Die Auskleidung besteht aus Hitzeschildelementen, die mechanisch an einer metallischen Wandung des Brennraumes gehalten sind.

30 Die Hitzeschildelemente berühren die metallische Wandung direkt. Um eine zu starke Erwärmung der Wand zu vermeiden,

ist in der EP 0 419 787 B1 eine Auskleidung angegeben, bei der die Hitzeschildelemente durch eine Isolationsschicht von der Wandung getrennt sind.

Die Isolationsschicht besteht aus einem keramischen Fasermaterial, das in Blöcken vorgefertigt ist.

Die Isolationsschicht ist so dimensioniert, dass sie eine ausreichende Distanz zwischen den Hitzeschildelementen und der Wandung des Brennraums herstellt.

Die Hitzeschildelemente sind mechanisch an der Wandung des Brennraums befestigt.

Die Isolationsschicht ist so dimensioniert, dass sie eine ausreichende Distanz zwischen den Hitzeschildelementen und der Wandung des Brennraums herstellt.

Die Hitzeschildelemente sind mechanisch an der Wandung des Brennraums befestigt.

ßen Medium bis zur Wandung und kühlt gleichzeitig die Wandur und das Hitzeschildelement.

Die WO 99/47874 betrifft ein Wandsegment für einen Brennraum  
5 sowie einen Brennraum einer Gasturbine. Hierbei wird ein  
Wandsegment für einen Brennraum, welcher mit einem heißen  
Fluid, z. B. ein Heißgas, beaufschlagbar ist, mit einer me-  
tallischen Tragstruktur und einem auf der metallischen Trag-  
struktur befestigten Hitzeschildelements angegeben. Zwischen  
10 die metallische Tragstruktur und das Hitzeschildelement wird  
eine verformbare Trennlage eingefügt, die mögliche Relativbe-  
wegungen des Hitzeschildelements und der Tragstruktur aufneh-  
men und ausgleichen soll. Solche Relativbewegungen können  
beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine, insbeson-  
15 dere einer Ringbrennkammer, durch unterschiedliches Wärme-  
dehnverhalten der verwendeten Materialien und durch Pulsatio-  
nen im Brennraum, die bei einer unregelmäßigen Verbrennung  
zur Erzeugung des heißen Arbeitsmediums entstehen können,  
hervorgerufen werden. Zugleich bewirkt die Trennschicht, das  
20 das relativ unelastische Hitzeschildelement insgesamt flächi-  
ger auf der Trennschicht und der metallischen Tragstruktur  
aufliegt, da das Hitzeschildelement teilweise in die Trenn-  
schicht eindringt. Die Trennschicht kann so fertigungsbeding-  
te Unebenheiten an der Tragstruktur und/oder dem Hitzeschild-  
25 element, die lokal zu einem ungünstigen punktuellen Kraftein-  
trag führen können, ausgleichen.

Insbesondere bei Wänden von Hochtemperaturgasreaktoren, wie  
z. B. von unter Druck betriebenen Gasturbinenbrennkammern,  
30 müssen mit geeigneten Brennkammerauskleidungen ihre tragende  
Strukturen gegen einen Heißgasangriff geschützt werden. Kera-  
mische Materialien bieten sich hierfür im Vergleich zu metal-  
lischen Werkstoffen aufgrund ihrer hohen Temperaturbeständig-  
keit, Korrosionsbeständigkeit und niedrigen Wärmeleitfähig-  
35 keit idealerweise an.

Wegen materialtypischer Wärmedehnungseigenschaften unter im Rahmen des Betriebs typischerweise auftretenden Temperaturunterschieden (Umgebungstemperatur bei Stillstand, maximale Temperatur bei Volllast) muss die Wärmebeweglichkeit keramischer Hitzeschilde in Folge temperaturabhängiger Dehnung gewährleistet sein, damit keine bauteilzerstörenden Wärmespannungen durch Dehnungsbehinderung auftreten. Dies kann erreicht werden, indem die vor Heißgasangriff zu schützende Wand durch eine Vielzahl von in ihrer Größe begrenzten, einzelnen keramischen Hitzeschildern, z. B. Hitzeschildelemente aus einer technischen Keramik, ausgekleidet wird. Wie bereits oben im Zusammenhang mit der EP 0 419 487 B1 diskutiert, müssen zwischen den einzelnen keramischen Hitzeschildelementen entsprechende Dehnspalten vorgesehen werden, die aus Sicherheitsgründen auch im Heißzustand auslegungsgemäß nie völlig geschlossen sein dürfen. Es muss dabei sichergestellt werden, dass das Heißgas nicht über die Dehnspalte die tragende Wandstruktur übermäßig erwärmt. Der einfachste und sicherste Weg, um dies in einer Gasturbinenbrennkammer zu vermeiden, ist dabei die Spülung der Dehnspalte mit Luft, so genannte Sperrluftkühlung. Hierzu kann die Luft verwendet werden, die ohnehin zur Kühlung von Halterungselementen für die keramischen Hitzeschilde erforderlich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Hitzeschildelement anzugeben, das bei einer hohen Festigkeit eine besonders lange Lebensdauer aufweisen. Des Weiteren sollen eine besonders wartungsarme Brennkammer sowie eine Gasturbine mit einer derartigen Brennkammer angegeben werden.

30

Betrüßlich des Hitzeschildelements wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst mit einem aus einem keramischen Material bestehenden Hitzeschildelement, das in einer Brennkammer angeordnet ist und eine Sperrluftkühlung aufweist.

ment in besonderem Maße an die extremen Einsatzbedingungen angepasst sein sollte. Um dies zu ermöglichen und eine besonders hohe Zahl an Freiheitsgraden für individuelle Anpassungsmaßnahmen bereitzustellen, ist unter Abkehr von der bisher üblichen Herstellung der Hitzeschildelemente durch Pressen nunmehr eine Herstellung durch Gießen vorgesehen. Allerdings könnte bei einem gegossenen Keramikhitzeschild aufgrund einer vergleichsweise nur geringen Zugfestigkeit insbesondere in Längs- und Querrichtung des Hitzeschildelementes die Lebensdauer des Hitzeschildelementes begrenzt sein. Um daher ein auf einem gegossenen Grundkörper basierendes Hitzeschildelement zur Nutzung der damit erreichbaren gestalterischen Freiheitsgrade zum Einsatz in einer Brennkammer nutzbar zu machen, sollten für eine lange Lebensdauer und eine erhöhte passive Sicherheit besondere Maßnahmen zur strukturellen Verstärkung des Grundkörpers vorgenommen werden, die insbesondere auch den Zusammenhalt des Grundkörpers im Falle einer möglichen Rissbildung verbessern.

Insbesondere für eine erhöhte Zugfestigkeit und zur Reduzierung von Risslängen, die durch thermische und thermomechanische Belastungen auftreten könnten, sind daher Verstärkungselemente vorgesehen, die in den Grundkörper des Hitzeschildelementes integriert sind. Dabei sollten diese Verstärkungselemente fest mit dem Hitzeschildelement verbunden sein, um die Materialeigenschaft der Zugfestigkeit der Verstärkungselemente auf das Hitzeschildelement zu übertragen. Diese Funktion wird von den innerhalb der Hitzeschildelementen positionierten Verstärkungselementen erfüllt, die durch den keramischen Gießwerkstoff in den Grundkörper eingegossen und dadurch fest mit diesem bzw. mit der Keramik verbunden sind.

Vorteilhafterweise werden die mit der Verwendung einer Gießtechnik einhergehenden konstruktiven Freiheitsgrade bei der Gestaltung der Hitzeschildelemente insbesondere dafür genutzt, durch geeignete Geometrien oder lokale Variationen von charakteristischen Materialparametern eine besonders hohe Be

lastbarkeit auch bei wechselnden thermischen Belastungen des Hitzeschildelements sicherzustellen.

5 Damit ein Verstärkungselement an die hohen Temperaturen angepasst ist, dem ein Hitzeschildelement ausgesetzt ist, und sich außerdem beim Gießprozess fest mit dem keramischen Gießwerkstoff verbindet, ist das jeweilige Verstärkungselement vorteilhafterweise aus einem keramischen Werkstoff gebildet, vorzugsweise aus einem oxidkeramischen Werkstoff mit einem  
10  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Anteil von mindestens 60 Gew.-% und mit einem  $\text{SiO}_2$ -Anteil von höchstens 20 Gew.-%. Dieses weist eine vergleichsweise hohe Zugfestigkeit auf und verbindet sich aufgrund der ähnlichen keramischen Materialien bei der Verfestigung fest mit dem keramischen Gießwerkstoff. Außerdem ist die thermi-  
15 sche Dehnung des Verstärkungsmaterials ähnlich dem restlichen keramischen Material des Hitzeschildelementes, so dass bei Temperaturveränderungen keine ungünstigen Spannungen im Hitzeschildelement auftreten. Weiterhin kann das Verstärkungselement zweckmäßigerweise aus keramischen Fasern wie bei-  
20 spielsweise CMC-Werkstoffen oder aus strukturkeramischem Werkstoff mit einem Porenanteil von höchstens 10 % gefertigt sein.

25 Das jeweilige Verstärkungselement ist vorzugsweise in der Art eines lang ausgedehnten, Rund-Keramik-Stabs in der Art einer Bewehrung ausgeführt. Um ein Verstärkungselement besonders fest in ein Hitzeschildelement zu integrieren und um das Verstärkungselement möglichst steif auszulegen, weist dieses zweckmäßigerweise eine Anzahl von Sicken und Aufdickungen  
30 auf. Über diese ist das Verstärkungselement in dem umgebenden Keramikmaterial verankert, wodurch sich die Zugfestigkeit der Hitzeschildelemente mit der gesamten Hitzeschildelemente

Verstärkungselement und Grundkörper sichergestellt. Alternativ oder zusätzlich kann diese Verbindung auch kraftschlüssig, beispielsweise über einen Sintervorgang oder eine Körnung, ausgeführt sein.

5

Um ein Hitzeschildelement über die gesamte Fläche zu verstärken, kann ein Verstärkungselement zweckmäßigerweise auch plattenförmig ausgestaltet sein, wobei insbesondere eine parallel und zur Oberfläche des Hitzeschildelementes beabstandet angeordnete ebene Platte vorgesehen sein kann. Dabei kann je-

10 weils eine Platte an der dem Arbeitsmedium zugewandten Seite positioniert sein, während der kühleren Seite des Hitzeschildelementes ebenfalls eine Platte zur Verstärkung zugeordnet ist.

15

Um einen möglichst festen Materialverbund zwischen einem als Platte ausgebildeten Verstärkungselement und dem umgebenden Keramikmaterial zu erreichen, weist eine derartige Platte vorteilhafterweise eine Anzahl von Aussparungen auf. Dadurch

20 kann beim Gießprozess des Hitzeschildelementes die keramische Gießmasse in die Aussparungen gelangen und sich auch dort verfestigen. Die Platte kann dabei insbesondere als Lochplatte ausgeführt sein, wobei Anzahl, Größe und Positionierung der Löcher zweckmäßigerweise in Abhängigkeit von Eingangszweck und Materialparametern geeignet gewählt sind.

25

In alternativer oder zusätzlicher vorteilhafter Ausgestaltung weist ein Verstärkungselement eines Hitzeschildelementes vorzugsweise eine Gitterstruktur auf. Dabei können die Gitter-

30 elemente ein mit rautenförmigen oder quadratischen Aussparungen strukturiertes Gitter ausbilden. Ein Verstärkungselement kann auch durch eine Platte gebildet sein, die kreisrunde Aussparungen aufweist, die in gleichmäßigen Abständen voneinander positioniert sind, so dass eine gitterförmige Struktur

35 entsteht.

Um ein Hitzeschildelement besonders an den Seiten zu verfestigen oder zu verstärken, ist ein Verstärkungselement zweckmäßigerweise stabförmig ausgebildet und längs einer Umfangskante des Hitzeschildelementes positioniert.

5

Um die strukturelle Integrität des Hitzeschildelements selbst bei einsetzender Rissbildung über seinen gesamten Umfang hinweg sicherzustellen, hat ein Verstärkungselement vorzugsweise eine ringförmig geschlossene Form und verläuft längs des Umfangs des Hitzeschildelementes.

10

Um die Festigkeit eines derartig ringförmigen Verstärkungselementes und damit auch die des Hitzeschildelementes noch zu erhöhen oder möglichst verwindungssteif zu gestalten, ist ein Verstärkungselement zweckmäßigerweise als kreisrunder Ring ausgeführt.

15

Für eine Stabilisierung und Verfestigung der Ecken eines Hitzeschildelementes hat ein Verstärkungselement vorteilhafterweise eine kreuzförmige Form, wobei die Enden im Bereich der Ecken des Hitzeschildelementes positioniert sind. Für eine geeignete Verspannung des kreuzförmigen Verstärkungselementes im Hitzeschildelemente, die die Zugfestigkeit erhöht, können die Enden des kreuzförmigen Verstärkungselementes verdickt sein, so dass das Verstärkungselement im Hitzeschildelement verankert ist.

20

25

Zweckmäßigerweise sind Hitzeschildelemente der oben beschriebenen Art Bestandteile der Innenauskleidung einer Brennkammer. Diese Brennkammer ist vorteilhafterweise Bestandteil einer Gasturbine. Die Brennkammer könnte dabei als siloförmige

30

~~Verstärkungselemente, die die Zugfestigkeit erhöhen, können die Enden des kreuzförmigen Verstärkungselementes verdickt sein, so dass das Verstärkungselement im Hitzeschildelement verankert ist.~~

- mit den dadurch möglichen gestalterischen Freiheitsgraden Hitzeschildelemente herzustellen, die eine besonders hohe Zugfestigkeit aufweisen. Durch die Integration von Verstärkungselementen in Hitzeschildelemente, die aus einem gegos-
- 5    nen keramischen Werkstoff bestehen, ist es möglich, die Materialeigenschaften der Verstärkungselemente wie insbesondere die Zugfestigkeit auf ein Hitzeschildelement zu übertragen. Dabei kann die Formgestaltung eines Hitzeschildelementes flexibel gehalten werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin,
- 10    dass durch die Wahlmöglichkeit verschiedener Ausführungsformen von Verstärkungselementen und die Positionierung dieser im Hitzeschildelement eine individuelle Anpassung an die auf ein Hitzeschildelement einwirkenden thermischen und mechanischen Belastungen ermöglicht wird. Aufgrund der erhöhten Festigkeit der Hitzeschildelemente verlängert sich auch die Le-
- 15    bensdauer eines Hitzeschildelementes, da die Ausbreitung von Rissen reduziert und die strukturelle Integrität des Bauteils (passive Sicherheit) erhöht wird.
- 20    Der Vorteil eines Gießvorgangs besteht in der Möglichkeit, komplexere Formen von Hitzeschildelemente herzustellen. So kann einerseits die äußere Grundform vergleichsweise leicht und preisgünstig variiert werden. Andererseits ist es bei einem Gießvorgang möglich, Vorrichtungen für die Befestigung
- 25    der Hitzeschildelemente an der Brennkammerwand mit einzugießen. So können in gegossenen Hitzeschildelementen beispielsweise Nuten, Bohrungen, Gewinde oder auch Halterungsvorrichtungen eingegossen werden.
- 30    Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

FIG 1        einen Halbschnitt durch eine Gasturbine,

35    FIG 2        die Brennkammer der Gasturbine nach FIG 1,

- FIG 3 ein Hitzeschildelement mit plattenförmigen Verstärkungselementen,
- FIG 4 ein Hitzeschildelement mit einem gitterförmigen Verstärkungselement,
- FIG 5 ein Hitzeschildelement mit stabförmigen Verstärkungselementen,
- FIG 6 ein Hitzeschildelement mit einem ringförmigen Verstärkungselement, und
- FIG 7 ein Hitzeschildelement mit einem kreuzförmigen Verstärkungselement.

15

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Die Gasturbine 1 gemäß FIG 1 weist einen Verdichter 2 für  
20 Verbrennungsluft, eine Brennkammer 4 sowie eine Turbine 6 zum  
Antrieb des Verdichters 2 und eines nicht dargestellten Gene-  
rators oder einer Arbeitsmaschine auf. Dazu sind die Turbine  
6 und der Verdichter 2 auf einer gemeinsamen, auch als Turbi-  
nenläufer bezeichneten Turbinenwelle 8 angeordnet, mit der  
25 auch der Generator bzw. die Arbeitsmaschine verbunden ist,  
und die um ihre Mittelachse 9 drehbar gelagert ist. Die in  
der Art einer Ringbrennkammer ausgeführte Brennkammer 4 ist  
mit einer Anzahl von Brennern 10 zur Verbrennung eines flüs-  
sigen oder gasförmigen Brennstoffs bestückt.

30

Die Turbine 6 weist eine Anzahl von mit der Turbinenwelle 8

festigt sind. Die Laufschaufeln 12 dienen dabei zum Antrieb der Turbinenwelle 8 durch Impulsübertrag vom die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M. Die Leitschaufeln 14 dienen hingegen zur Strömungsführung des Arbeitsmediums M zwischen  
5 jeweils zwei in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums M gesehen aufeinanderfolgenden Laufschaufelreihen oder Laufschaufelkränzen. Ein aufeinanderfolgendes Paar aus einem Kranz von Leitschaufeln 14 oder einer Leitschaufelreihe und aus einem Kranz von Laufschaufeln 12 oder einer Laufschaufelreihe wird  
10 dabei auch als Turbinenstufe bezeichnet.

Jede Leitschaufel 14 weist eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 18 auf, die zur Fixierung der jeweiligen Leitschaufel 14 am Innengehäuse 16 der Turbine 6 als Wanelement  
15 angeordnet ist. Die Plattform 18 ist dabei ein thermisch vergleichsweise stark belastetes Bauteil, das die äußere Begrenzung eines Heizgaskanals für das die Turbine 6 durchströmende Arbeitsmedium M bildet. Jede Laufschaufel 12 ist in analoger Weise über eine auch als Schaufelfuß bezeichnete Plattform 20  
20 an der Turbinenwelle 8 befestigt.

Zwischen den beabstandet voneinander angeordneten Plattformen 18 der Leitschaufeln 14 zweier benachbarter Leitschaufelreihen ist jeweils ein Führungsring 21 am Innengehäuse 16 der  
25 Turbine 6 angeordnet. Die äußere Oberfläche jedes Führungsrings 21 ist dabei ebenfalls dem heißen, die Turbine 6 durchströmenden Arbeitsmedium M ausgesetzt und in radialer Richtung vom äußeren Ende 22 der ihm gegenüber liegenden Laufschaufel 12 durch einen Spalt beabstandet. Die zwischen be-  
30 nachbarten Leitschaufelreihen angeordneten Führungsringe 21 dienen dabei insbesondere als Abdeckelemente, die die Innenwand 16 oder andere Gehäuse-Einbauteile vor einer thermischen Überbeanspruchung durch das die Turbine 6 durchströmende heiße Arbeitsmedium M schützt.

35

Die Brennkammer 4 ist im Ausführungsbeispiel, wie in FIG 2 dargestellt, als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet,

bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 8 herum angeordneten Brennern 10 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 4 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 8 herum positioniert ist.

Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 4 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1200 °C bis 1500 °C ausgelegt. Um auch bei diesen für die Materialien ungünstigen Betriebsparametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermöglichen, ist die Brennkammerwand 24 auf ihrer dem Arbeitsmedium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 26 gebildeten Innenauskleidung versehen. Aufgrund der hohen Temperaturen im Inneren der Brennkammer 4 ist für die Hitzeschildelemente 26 ein Kühlsystem vorgesehen.

Die Hitzeschildelemente 26 sind insbesondere für eine lange Lebensdauer ausgelegt, so dass möglichst wenig Beschädigungen durch die extremen Einflüsse, wie die hohe Temperatur und Vibrationen der Brennkammer 4, auftreten. Dazu bestehen diese aus einem aus einem gegossenen keramischen Werkstoff gebildeten Grundkörper 28, in den Verstärkungselemente 30 integriert sind. Für eine geeignete Temperaturbeständigkeit der Verstärkungselemente bestehen diese aus einem keramischen Werkstoff oder Verbundmaterial. Die Verstärkungselemente 30 können dazu für die auf ein Hitzeschildelement 26 einwirkenden Einflüsse ausgelegt werden. In den Figuren 3 bis 7 sind verschiedene Ausführungsformen von Hitzeschildelementen 26 mit Verstärkungselementen 30 aufgeführt.

[illegible]

ramik mit einer gitterförmigen Struktur versehen werden können bzw. als Gitter ausgeführt sind, insbesondere als Kreuzgitter (FIG 4a) oder als Lochgitter (FIG 4b).

- 5 Für eine besonders hohe Verstärkung der Randbereiche eines Hitzeschildelementes 26 können, wie in FIG 5 dargestellt, stabförmige Verstärkungselemente 30 eingesetzt werden, die entlang den Seitenkanten eines Hitzeschildelementes 26 ver-  
10 laufen und mit Sicken oder Aufdickungen (FIG 5a) oder verdichteten Enden (FIG 5b) versehen sind, um eine feste Verankerung in der umgebenden Keramik 28 sicherzustellen. Aus FIG 6 ist ersichtlich, dass für eine Verstärkung eines Hitzeschildelementes 26 entlang seines Umfanges eine ringförmige Struktur (FIG 6a) der Verstärkungselemente 30 eingesetzt wer-  
15 den kann, wobei diese in einer besonders verwindungssteifen Ausführung kreisrund (FIG 6b) ausgeführt sein kann. In dem in FIG 7 dargestellten Hitzeschildelement 26 ist für eine stabilisierend wirkende Verspannung der Ecken eines Hitzeschildelementes 26 ein kreuzförmiges Verstärkungselement 30 vorge-  
20 sehen, dass an seinen Enden jeweils Verdickungen zur Verankerung im keramischen Werkstoff 26 aufweist.

## Patentansprüche

1. Hitzeschildelement (26), insbesondere für die Innenauskleidung der Brennkammer (4) einer Gasturbine (1), mit einem  
5 aus einem verfestigten gegossenen keramischen Werkstoff gebildeten Grundkörper (28), in den eine Anzahl von Verstärkungselementen (30) eingebracht ist.
2. Hitzeschildelement (26) nach Anspruch 1, bei dem das oder  
10 jedes Verstärkungselement (30) aus einem keramischen Verbundmaterial gebildet ist.
3. Hitzeschildelement (26) nach Anspruch 1 oder 2, bei dem  
15 das oder jedes Verstärkungselement (30) eine Anzahl von Sicken und oder Aufdickungen aufweist.
4. Hitzeschildelement (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
bei dem das oder jedes Verstärkungselement (30) eine parallel  
20 und zur Oberfläche des Grundkörpers (28) beabstandet angeordnete ebene Platte umfasst.
5. Hitzeschildelement (26) nach Anspruch 4, dessen plattenförmig ausgebildetes Verstärkungselement (30) eine Anzahl von  
25 Aussparungen aufweist.
6. Hitzeschildelement (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
bei dem das oder jedes Verstärkungselement (30) eine Gitterstruktur aufweist.
- 30 7. Hitzeschildelement (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dessen Verstärkungselement (30) eine stabförmige Form aufweist und längs einer Umfangskante des Grundkörpers (28) verläuft.
- 35 8. Hitzeschildelement (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dessen Verstärkungselement (30) eine kreuzförmige Form auf-

weist, wobei die Enden im Bereich der Ecken des Grundkörpers (28) positioniert sind.

5 9. Hitzeschildelement (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dessen Verstärkungselement (30) eine ringförmige geschlossene Form aufweist und längs des Umfangs des Grundkörpers (28) verläuft.

10 10. Brennkammer (4) mit einer Innenwandauskleidung aus Hitzeschildelementen (26) nach einem der Ansprüche 1 bis 9.

11. Gasturbine (1) mit einer Brennkammer (4) nach Anspruch 10.

## Zusammenfassung

Hitzeschildelement, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand

5

Ein Hitzeschildelement (26) für die Innenauskleidung der Brennkammer (4) einer Gasturbine (1) soll bei einer hohen Festigkeit eine möglichst lange Lebensdauer aufweisen. Dazu weist das Hitzeschildelement (26) erfindungsgemäß einen aus  
10 einem verfestigten gegossenen keramischen Werkstoff gebildeten Grundkörper (28) auf, in den eine Anzahl von Verstärkungselementen (30) eingebracht ist.

FIG 7

**FIG 1**

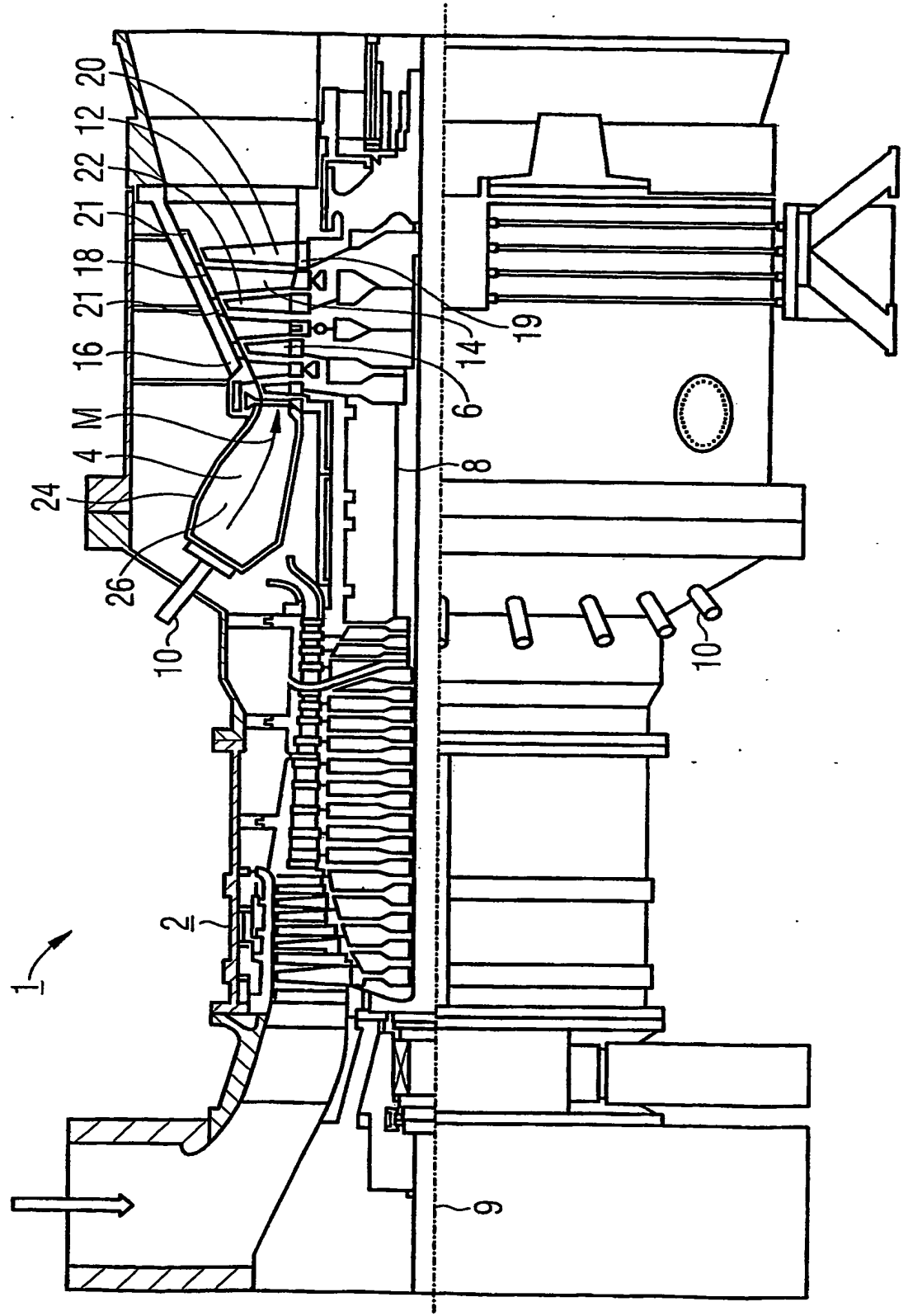


FIG 2

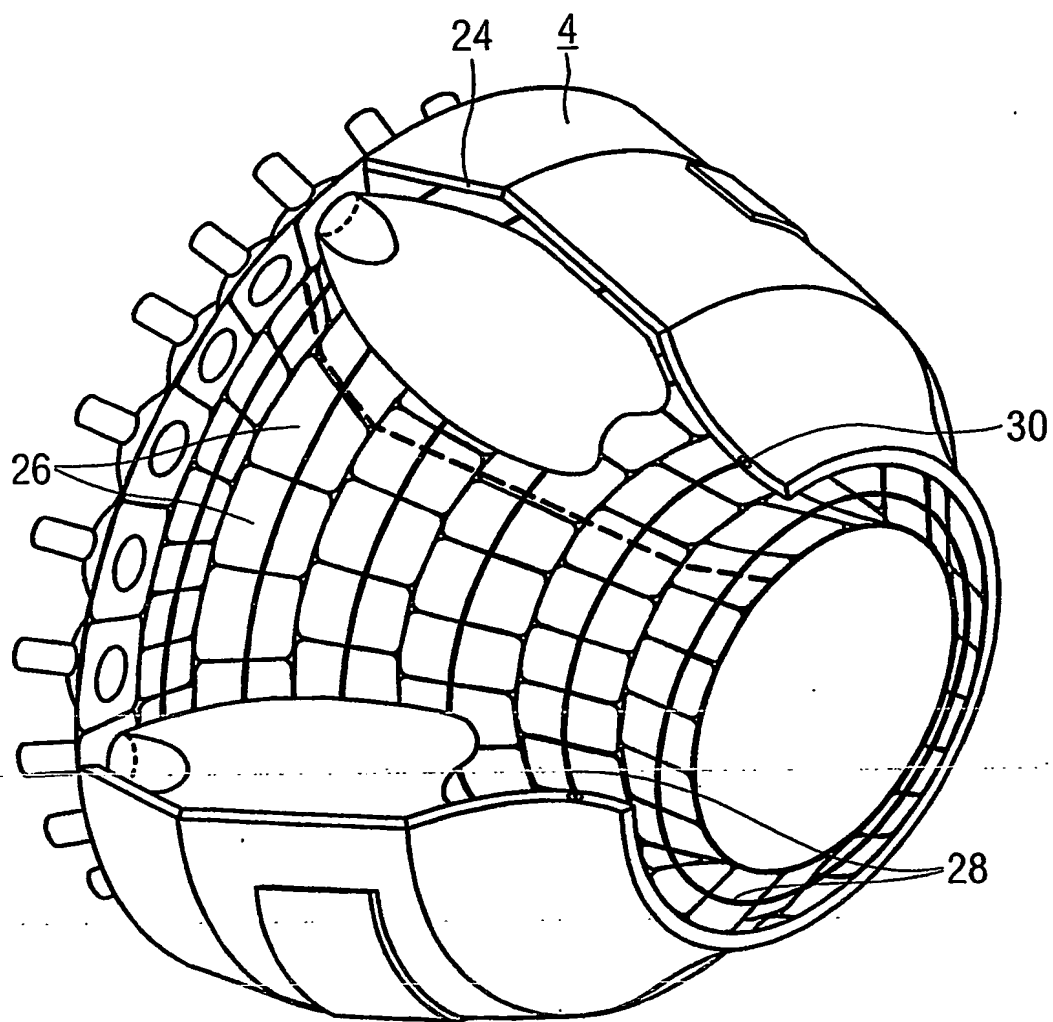


FIG 3

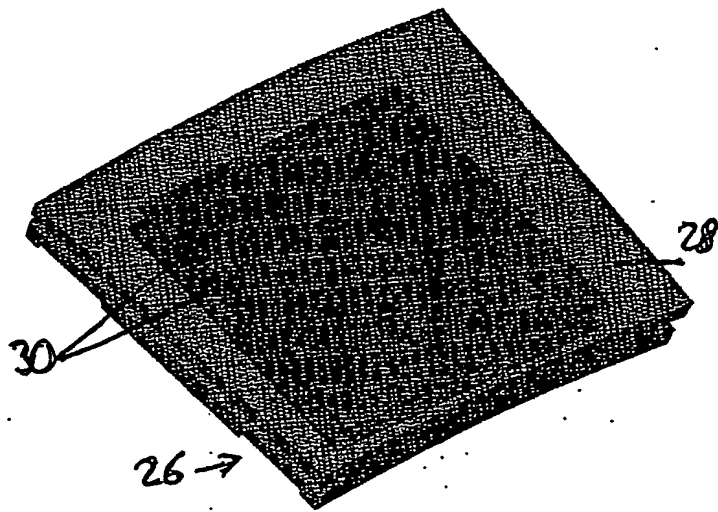


FIG 4a

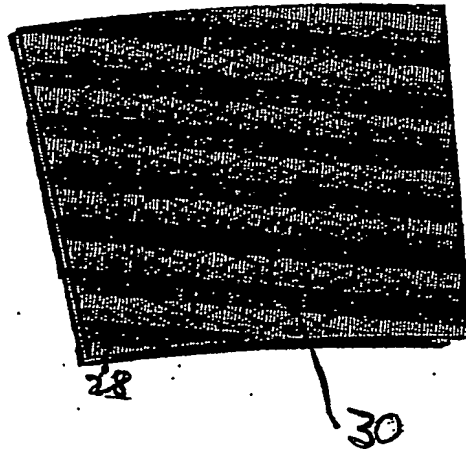


FIG 4b

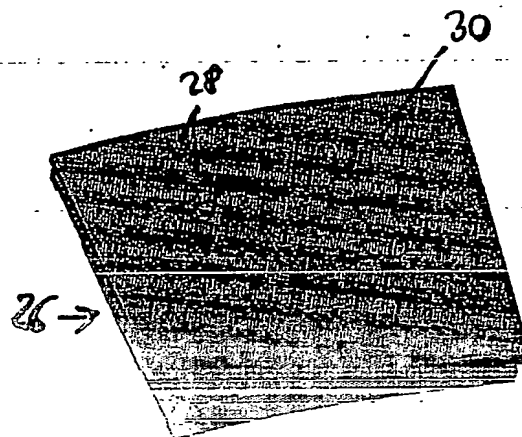


FIG 5a

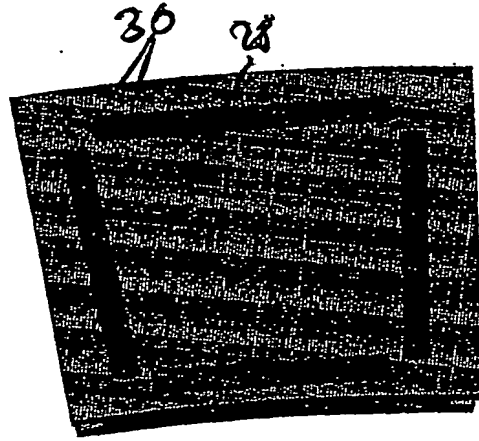


FIG 5b

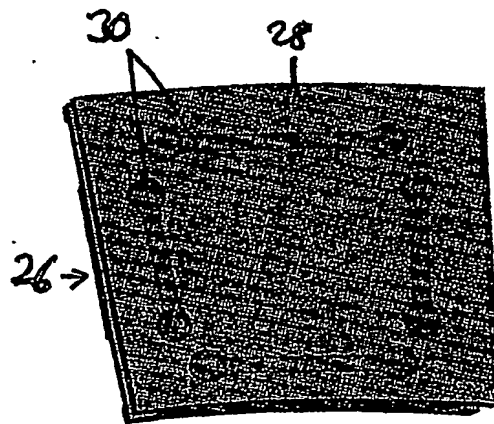


FIG 6a

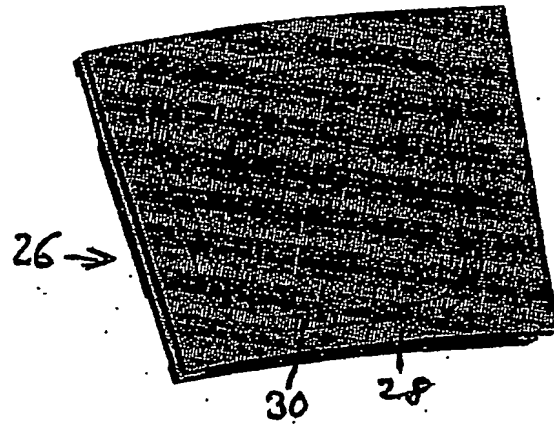


FIG 6b

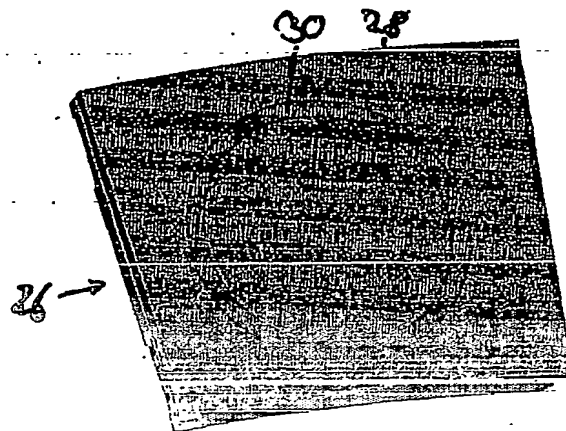
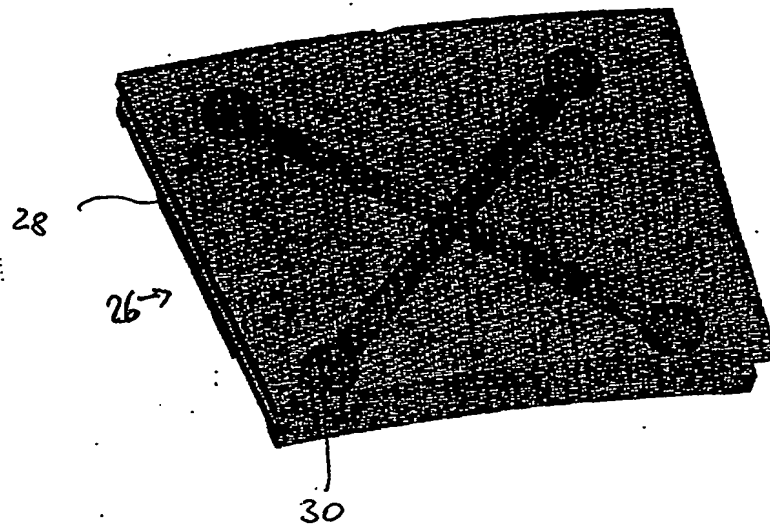


FIG 7



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**